



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 40 433 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 03 K 17/16
H 03 K 17/695
F 02 D 41/20
H 03 K 17/082

②1 Aktenzeichen: 196 40 433.9
②2 Anmeldetag: 30. 9. 96
④3 Offenlegungstag: 16. 4. 98

DE 196 40 433 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE; Harris
Semiconductor GmbH, 81739 München, DE

⑦4 Vertreter:
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

⑦2 Erfinder:
Göser, Gerhard, 93080 Pentling, DE; Elliot, Mark,
93055 Regensburg, DE; Preslar, Don, Ringoes, NJ.,
US

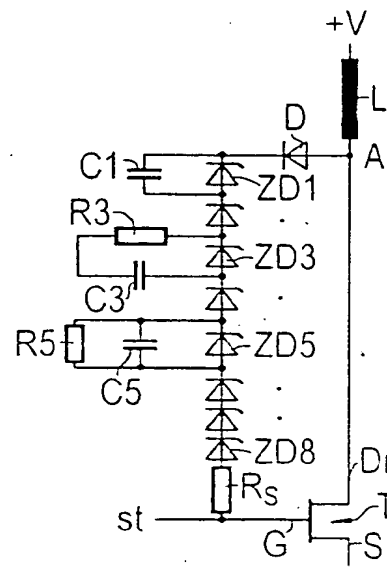
⑤6 Entgegenhaltungen:
GB 20 56 808 A
EP 06 80 147 A2
EP 01 67 734 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Leistungsendstufe zum Schalten induktiver Verbraucher

⑤7 Eine Leistungsendstufe zum Schalten induktiver Verbraucher enthält eine Reihenschaltung aus dem Verbraucher L und einem Schalttransistor T. Zwischen Drain- und Gateanschluß des Schalttransistors ist eine Reihenschaltung einer Sperrdiode und einer Vielzahl von Zenerdioden angeordnet. Wenigstens einer Zenerdiode ist ein Kondensator, ein Widerstand oder eine Reihen- oder Parallelschaltung eines Kondensators und eines Widerstandes angeordnet, wodurch der scharfe Knick in der Drainspannung beim Einsetzen der Zenerung abgerundet wird.



DE 196 40 433 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Leistungsstufe zum Schalten induktiver Verbraucher, beispielsweise von Kraftstoff-Einspritzventilen für Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschinen.

Beim Schalten induktiver Verbraucher, insbesondere beim Abschalten, wird in sehr kurzer Zeit ein hoher Spannungshub durchlaufen. Bei Leistungsstufen, bei denen zum Schutz des Schalttransistors diese hohe Abschaltspannung durch Zenerdioden begrenzt wird, entsteht beim Einsetzen der Zenerung ein scharfer Knick im zeitlichen Spannungsverlauf, wodurch eine elektromagnetische Abstrahlung verursacht wird, welche die Umgebung, d. h., andere elektrische oder elektronische Systeme, in Kraftfahrzeugen beispielsweise ein Autoradio, negativ beeinflussen kann.

Zur Verringerung von Störstrahlung auch bei geschalteten Leistungsstufen mit Zenerung wird bislang die allgemein bekannte Lösung angewandt, den zeitlichen Verlauf des hohen Spannungshubs beim Abschalten zu verlangsamen, was aber den gesamten Schaltvorgang verlangsamt, wodurch der Schalttransistor höherer Verlustleistung ausgesetzt wird und die Abschaltgeschwindigkeit verschlechtert wird.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine geschaltete Leistungsstufe für induktive Verbraucher dahingehend weiterzubilden, daß beim Schalten entstehende Störstrahlung wesentlich verringert wird, ohne den Schaltvorgang zu verlangsamen und ohne die Verlustleistung im Schalttransistor zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

Ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Schaltung einer bekannten Leistungsstufe,

Fig. 2 die Schaltung einer erfindungsgemäßen Leistungsstufe, und

Fig. 3 ein Spannungsdiagramm zu beiden Schaltungen.

Fig. 1 zeigt die Schaltung einer bekannten Leistungsstufe zum Ansteuern eines induktiven Verbrauchers L am Beispiel eines Kraftstoff-Einspritzventils einer nicht dargestellten Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine.

Die Erregerspule L des Kraftstoff-Einspritzventils liegt mit einem Lowside-n-Kanal-Power-MOS-Transistor (Schalttransistor) T in Reihenschaltung zwischen dem Pluspol +V und dem Minuspol GND einer nicht dargestellten Betriebsspannungsquelle.

Zwischen dem Verbindungspunkt A zwischen der Erregerspule L und dem Drainanschluß Dr des Schalttransistors T und dem Steueranschluß-(Gateanschluß G) des Schalttransistors T liegen eine zum Steueranschluß hin stromdurchlässige Sperrdiode D, zwei in Gegenrichtung dazu stromdurchlässige Zenerdioden ZD1 und ZD2 und ein Widerstand R_S in Reihenschaltung.

Da Zenerdioden nicht für beliebig hohe Zenerspannungen erhältlich sind, kann in bekannter Weise anstelle einer Zenerdiode auch eine Reihenschaltung mehrerer Zenerdioden verwendet werden, deren Zenerspannungen sich addieren.

In **Fig. 3** zeigt das obere Signaldiagramm a den zeitlichen Verlauf eines Steuersignals U_{st} , welches dem Gateanschluß G des Schalttransistors T zugeführt wird, während das darunterliegende Signaldiagramm b den zeitlichen Verlauf der Drainspannung U_{Dr} (der Spannung am Verbindungspunkt A) der Leistungsstufe während eines Schaltvorgangs dargestellt.

Bei ausgeschaltetem Verbraucher L ($U_{st} = 1$) liegen seine beiden Anschlüsse und damit auch der Drainanschluß Dr des Schalttransistors T am Potential des Pluspols +V, bei-

spielsweise +12V. Beim Erscheinen eines Steuersignals ($U_{st} = H$) zum Zeitpunkt t1 wird der Schalttransistor T leitend, die Spannung am Drainanschluß Dr wird nahezu OV und es fließt ein Strom vom Pluspol +V über den Verbraucher L und den Schalttransistor T zum Minuspol GND - der Verbraucher ist eingeschaltet, solange ein Steuersignal U_{st} vorhanden ist.

Beim Abschalten des Verbrauchers L zum Zeitpunkt t2 wird der Schalttransistor T nichtleitend ($U_{st} = L$); die Drainspannung U_{Dr} am Punkt A steigt infolge der Induktivität des Verbrauchers L rasch an (strichpunktiert), und könnte Werte annehmen durch die der Schalttransistor T zerstört werden könnte. Das aber wird durch die Reihenschaltung aus Sperrdiode D, zwei Zenerdioden ZD1 und ZD2 und Widerstand R_S zwischen dem Verbindungspunkt A zwischen Verbraucher L und Schalttransistor T und dem Steueranschluß G des Schalttransistors T verhindert.

Die Sperrdiode D verhindert bei leitendem Schalttransistor T einen Stromfluß vom Gateanschluß G zum Drainanschluß Dr; die beiden in Reihe geschalteten Zenerdioden ZD1 und ZD2, deren Zenerspannung U_z beispielsweise je 40 V beträgt, brechen bei einer Zenerspannung $U_z = 80$ V durch, so daß, wenn die Drainspannung U_{Dr} einen Wert von etwa 80 V erreicht, vom Punkt A zum Gateanschluß G ein Strom fließt, der den Schalttransistor T im Zeitpunkt t3 öffnet und die Drainspannung U_{Dr} damit auf den Wert der Zenerspannung U_z begrenzt. Die Spulenenergie wird dadurch rasch abgebaut. Sobald der Spulenstrom abgebaut ist, sinkt die Drainspannung U_{Dr} unter die Zenerspannung U_z und der Schalttransistor T wird wieder nichtleitend (die Zenerdioden sperren wieder), so daß die Drainspannung rasch auf das Potential +V abfällt.

Der Anstieg der Drainspannung U_{Dr} im Zeitpunkt t2 beim Abschalten des Verbrauchers L erfolgt stetig, bedingt durch das Schaltverhalten des Schalttransistors T; das Einsetzen der Zenerung (der Begrenzung der Drainspannung auf die Zenerspannung) im Zeitpunkt t3 hingegen erfolgt mit einem scharfen Knick, wodurch starke elektromagnetische Störstrahlung freigesetzt wird.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltung, die eine Minimierung dieser Störstrahlung ermöglicht. Diese Schaltung entspricht im wesentlichen der Schaltung nach **Fig. 1**, wobei gleiche Schaltungselemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, so daß auf eine erneute Beschreibung verzichtet werden kann.

Der Unterschied dieser Schaltung zu der nach **Fig. 1** besteht darin, daß anstelle zweier Zenerdioden eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Zenerdioden vorgesehen ist, wobei für eine Zenerspannung von 80 V beispielsweise acht Zenerdioden ZD1 bis ZD8 mit einer Zenerspannung von je 10 V vorgesehen sind.

Im Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** ist, um mehrere Möglichkeiten aufzuzeigen, zu Zenerdiode ZD1 ein Kondensator C1, zu Zenerdiode ZD3 eine Parallelschaltung aus einem Kondensator C3 und einem Widerstand R3 und zu Zenerdiode ZD5 eine Reihenschaltung aus einem Kondensator C5 und einem Widerstand R5 jeweils parallelgeschaltet.

Durch eine Parallelschaltung eines Kondensators, eines Widerstandes oder einer Reihen- oder Parallelschaltung eines Kondensators und eines Widerstandes zu einer Zenerdiode wird die an der Zenerdiode sich aufbauende Spannung je nach Dimensionierung der Bauelemente zeitlich geringfügig verzögert, so daß der Einsatz der Begrenzung der Drainspannung U_{Dr} auf die Zenerspannung U_z nicht mit einem scharfen Knick, sondern je nach Anzahl der auf diese Weise "verzögerten" Zenerdioden mit einem Polygonzug P, also, wie in **Fig. 3** zum Zeitpunkt t3 strichliert dargestellt, mehr

abgerundet erfolgt. Dadurch wird eine wesentlich geringere elektromagnetische Störstrahlung freigesetzt als bei der Schaltung nach Fig. 1. Der übrige Verlauf der Drainspannung U_{Dr} entspricht dem bereits in Fig. 3 eingezeichneten Verlauf.

5

Die Schaltungen nach den Fig. 1 und 2 sind mit n-Kanal-Feldeffekt-Transistoren T bestückt. Sie funktionieren genauso gut mit p-Kanal-FET's oder mit anderen Transistoren (pnp statt npn-Transistoren) mit an sich bekannter Umpolung der Spannung bzw. Vertauschung der Emitter- und Kollektoranschlüsse.

10

Patentansprüche

Leistungsendstufe zum Schalten induktiver Verbraucher, mit einer zwischen den Polen (+V, GND) einer Spannungsquelle (V) angeordneten Reihenschaltung aus dem Verbraucher (L) und einem Schalttransistor (T).

15

mit einer Reihenschaltung aus einer Sperrdiode (D) und wenigstens einer Zenerdiode (ZD1 bis ZDx) zwischen dem Verbindungspunkt (A) zwischen Verbraucher (L) und Schalttransistor (T) und dem Steueranschluß (G) des Schalttransistors (T)

20

dadurch gekennzeichnet,

25

daß wenigstens einer der Zenerdioden (ZD1 bis ZDx) ein Kondensator (Cx) oder ein Widerstand (Rx) oder eine Reihen- oder Parallelschaltung aus Kondensator (Cx) und Widerstand (Rx) parallelgeschaltet ist.

30

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

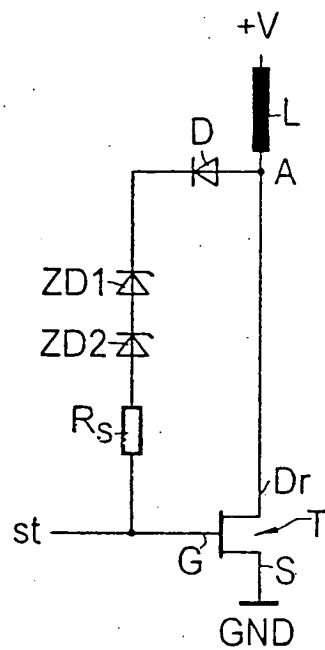


FIG 2

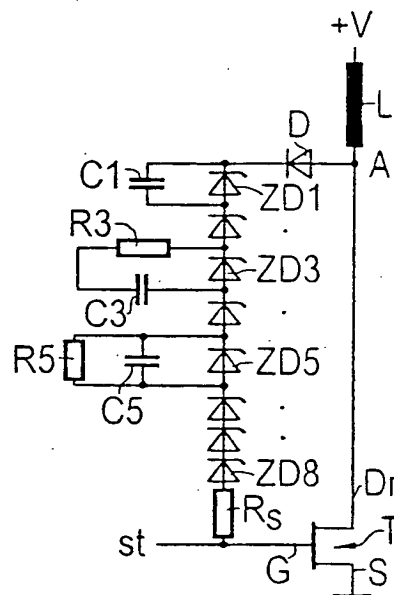


FIG 3

